

网箱养殖鲢状黄姑鱼停喂不同时间后的补偿生长

孔令军,王岩,李翠,李凯,方坤

(上海水产大学 水域生态学与鱼类营养实验室,上海 200090)

摘要:在近岸浮式网箱内对平均初始体质量为73.8 g的鲢状黄姑鱼(*Nibea miichthioides*)进行了8周养殖实验以检验其停喂不同时间后的补偿生长。实验共设4个食物处理组,3组鱼分别被停喂1周(第4周停喂)、2周(第3~4周停喂)和3周(第2~4周停喂)后再恢复正常投喂4周;1组鱼实验期间始终正常投喂作为对照。实验结果表明,停喂导致鱼体质量和躯干脂肪含量下降,并使躯干水分和灰分含量升高。第4周末停喂鱼的体质量、肝重指数和躯干脂肪含量明显低于对照组,而躯干灰分含量高于后者;停喂2~3周的鱼腹膜间脂肪比率低于对照组,躯干水分含量高于后者。恢复投喂期间停喂鱼的摄食率和生长率均明显高于对照组,饲料系数低于对照组。经过4周恢复投喂后停喂1周的身体质量与对照组无明显差异,停喂2~3周的身体质量仍明显低于对照组;停喂鱼的肝重指数、腹膜间脂肪比率以及躯干脂肪、水分和灰分含量与对照组无明显差异或高于对照组。实验结果显示,网箱养殖的鲢状黄姑鱼停喂1周后表现出完全补偿,停喂2~3周后表现出部分补偿,恢复投喂期间停喂鱼对食物的利用效率得到明显改善,这表明适度停喂后再投喂可作为鲢状黄姑鱼网箱养殖中有益的饲养管理策略。[中国水产科学,2006,13(4):591-596]

关键词:鲢状黄姑鱼;停喂;特定增长率;饲料系数;网箱养殖

中图分类号:S965 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2006)04-0591-06

鱼类补偿生长现象已在鲑科、鲈科、鳟科、鲤科、丽鱼科、鲴科、鲷科、鲆科、鲽科、刺鱼科中的近30种鱼中被检验,其中绝大多数研究表明经过环境(食物和温度等)胁迫的鱼可表现出不同程度的补偿生长^[1]。尽管温水杂食性鱼类^[2]和肉食性鱼类^[3]经过一段时间绝食后均可表现出补偿生长,但利用补偿生长原理提高温水性鱼类养殖效益方面的实例尚未见报道。

鲢状黄姑鱼(*Nibea miichthioides*)属石首鱼科,黄姑鱼属,是中国特有的一种近海肉食性鱼类^[4],也是中国东南沿海网箱养殖的主要鱼类种类之一。有关鲢状黄姑鱼人工繁殖和育苗技术^[5-6]、幼鱼摄食与生长^[7]以及营养和饲料^[8-9]等已有报道,但关于网箱养殖的鲢状黄姑鱼经过停喂后的补偿生长尚未见报道。本文报道了停喂不同时间后恢复投喂的鲢状黄姑鱼摄食、生长、食物利用和鱼体组成,以期改进鲢状黄姑鱼网箱养殖投喂技术提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

网箱饲养实验在广东省汕头市南澳县深澳湾进行,所用的鲢状黄姑鱼购自饶平—海水鱼育苗场,用活水船运至深澳湾。实验前先将鱼在3个浮式网箱(2.5 m×2.5 m×1.5 m)内暂养4周,逐渐驯化鱼从摄食杂鱼转而摄食配合饲料(表1),然后挑选个体大小相近的鱼420尾,按35尾/箱的密度在12个实验网箱(1 m×1 m×1.5 m)内继续驯养2周,驯养期间每天早、晚2次投喂配合饲料。

1.2 方法

实验中设4组投喂处理,其中3组鱼分别在第4周(S1)、第3~4周(S2)和第2~4周(S3)被停喂,随后在第5~8周内恢复正常投喂。另外1组鱼在实验期间始终正常投喂作为对照(C)。

收稿日期:2005-06-13; 修订日期:2005-11-28.

基金项目:国家自然科学基金项目(30471340).

作者简介:孔令军(1980-),男,硕士研究生,主要从事鱼类生长和营养学研究. E-mail:KLJSer@scau.edu.cn

通讯作者:王岩. Tel:021-65710764; E-mail:wangyan@scau.edu.cn

表1 实验饲料配方与营养组成

Tab.1 Formulation and proximate composition of the test diet

原料 Ingredients	%
鱼粉 Fish meal	10.0
肉骨粉 Meat and bone meal	6.0
鸡肉粉 Poultry by-product meal	18.0
羽毛粉 Feather meal	3.0
喷雾干燥血粉 Blood meal, spray-dried	6.0
豆粕 Soybean meal	25.0
菜粕 Rapeseed meal	5.0
面粉 Wheat flour	16.9
鱼油 Fish oil	6.1
DL-蛋氨酸 DL-Methionine	0.5
磷酸氢钙 CaH_2PO_4	1.5
维生素预混物 Vitamin premix	1.0
矿物质预混物 Mineral premix	1.0
成分 Proximate composition	
干物质 Dry matter	90.9
粗蛋白 Crude protein	44.8
粗脂肪 Crude lipid	12.0
灰分 Ash	10.0
总能/kJ/g Gross energy	18.3

实验开始时将驯养鱼停喂 24 h, 然后每次随机取 25 尾鱼, 称重, 随机放入 12 个实验网箱中, 每组投喂处理设 3 个重复。实验鱼初始体质量为 (73.8 ± 1.4) g/尾(平均值 \pm 标准误)。放养结束后从剩余的驯养鱼中随机取 3 组鱼(3 尾/组)称重, 将鱼解剖并分别取肝脏和腹膜间脂肪称重。将鱼躯干(去掉内脏后的鱼体)在 -20°C 下保存以待分析其化学组成。

实验期间, 除海区水温超过 30°C 或出现大浪外, 每天按设计的投喂处理分 2 次(8:00 和 16:00)投喂配合饲料。为了降低投入的饲料因未被鱼摄食而造成的饲料浪费, 投喂时每个网箱内 1 次只投入 30~40 粒饲料并观察鱼摄食活动, 这样循环投喂直至投入饲料后观察不到鱼浮上水面摄食饲料时为止。实验期间发现死鱼立即记录并称量死鱼的体质量以校正饲料系数(FCR)。每天早、晚测量水温, 每周测量盐度。实验期间水温呈下降趋势, 第 1~4 周水温为 $20.7\sim 22.5^\circ\text{C}$, 第 5~8 周为 $18.8\sim 20.7^\circ\text{C}$ 。盐度为 29~32。

实验结束时停喂 24 h, 然后将每个实验网箱内的鱼捕出称重, 从每个网箱中随机取 3 尾鱼, 称重后解剖, 取肝脏和腹膜间脂肪称重, 将鱼躯干样品保存在 -20°C 下。

1.3 样品分析

将实验饲料和实验过程中所取的鱼躯干样品在 105°C 下烘至恒重, 根据烘干前后的重量差异计算干物质含量; 粗蛋白含量用半微量凯氏定氮法测定; 粗脂肪含量用 Soxhlet 抽提法(以乙醚为抽提溶剂)测定; 将样品在 550°C 下灼烧至恒重, 根据灼烧前后重量损失计算灰分含量^[7]。

1.4 数据计算与统计分析

摄食率、特定生长率(SGR)、FCR、肝重指数(HSI)和腹膜间脂肪比率(IPFR)分别按下列公式计算:

$$\text{摄食率}(\%/d) = 100 \times I / (W_0 \times t)$$

$$\text{增重}(\text{g}/\text{尾}) = W_1 - W_0$$

$$\text{SGR}(\%/d) = 100 \times (\ln W_1 - \ln W_0) / t$$

$$\text{FCR} = I / (N_1 \times W_1 - N_0 \times W_0 + W_d)$$

$$\text{HSI}(\%) = 100 \times W_l / W_s$$

$$\text{IPFR}(\%) = 100 \times W_l / W_f$$

其中, I 为 2 次称鱼期间鱼摄食的饲料量(g/尾); W_0 和 W_1 分别为鱼初始体质量(g/尾)和终体质量(g/尾); t 为 2 次称鱼间隔时间(d); N_0 和 N_1 分别为 2 次称鱼开始和结束时存活鱼的数量(尾); W_d 为死亡鱼的质量(g); W_l 、 W_s 和 W_f 分别表示取样鱼的肝质量(g)、体质量(g)和腹膜间脂肪质量(g)。

第 1~4 周和第 5~8 周期间实验鱼成活率、整个实验期间的鱼体增重和 FCR、第 4 周和第 8 周末各处理组之间在鱼体质量、HSI、IPFR、鱼躯干组成(干物质、粗蛋白、粗脂肪和灰分含量)方面的差异用单因素方差分析方法检验; 用 Duncan 方法检验不同处理之间的差异。用协方差分析方法检验恢复投喂期间各处理组鱼摄食率和 SGR 之间的差异(以第 4 周末鱼体质量为协变量)。摄食率、SGR、HSI、IPFR 和鱼体组成数据进行方差分析前先经过反正弦转换。取 $P < 0.05$ 为差异显著性水平。

2 结果

2.1 停喂和恢复投喂期间鱼的存活、摄食及生长

实验期间 C、S1、S2 和 S3 组在第 1~4 周内成活率分别为 $(98 \pm 2)\%$ 、 100% 、 $(97 \pm 2)\%$ 和 $(99 \pm$

2)% ,在第5~8周内成活率分别为(98±2)%、(97±3)%、100%和100%。各处理组之间鱼成活率无显著差异($P>0.05$)。

第1~4周内停喂鱼体质量随停喂时间延长显著下降。第4周结束时停喂鱼体质量均显著低于对照组($P<0.05$,图1)。恢复投喂期间,对照组摄食率和SGR均明显低于停喂鱼($P<0.05$),但FCR高于后者($P<0.05$,表2)。第8周结束时停喂1周鱼体质量与对照组无显著差异($P>0.05$),但停喂2~3周鱼体质量仍显著低于对照组($P<0.05$,图1)。

从整个8周实验来看,被停喂2~3周鱼增重低于对照组($P<0.05$),但FCR高于后者($P<0.05$)。被停喂1周鱼增重和FCR与对照组无显著差异($P>0.05$,表3)。

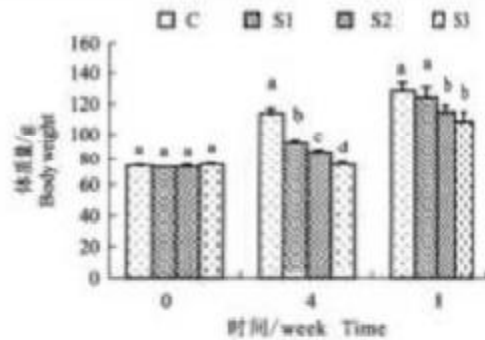


图1 实验期间棘状黄姑鱼体质量($\bar{X} \pm SE$)

C:对照组;S1:饥饿1周组;S2:饥饿2周组;S3:饥饿3周组;图中不同的小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

Fig.1 Body weight of *Nibea mitchthioides* during the experiment ($\bar{X} \pm SE$)

C: Control fish; S1: Fish deprived for 1 week; S2: Fish deprived for 2 weeks; S3: Fish deprived for 3 weeks; Values with different letter at the same time are different from each other at the 0.05 level.

表2 恢复投喂(第5~8周)期间棘状黄姑鱼的摄食率、特定生长率和饲料系数

Tab.2 Feed intake, specific growth rate and feed conversion ratio of *Nibea mitchthioides* during the re-feeding period (weeks 5 to 8)

处理 Treatment	摄食率/%·d ⁻¹ Feed intake	特定生长率/%·d ⁻¹ Specific growth rate	饲料系数 Feed conversion ratio
C	0.96±0.05 ^a	0.39±0.07 ^a	2.40±0.39 ^a
S1	1.34±0.17 ^b	0.86±0.16 ^b	1.40±0.13 ^b
S2	1.59±0.10 ^c	1.02±0.13 ^{bc}	1.36±0.13 ^b
S3	1.91±0.11 ^d	1.18±0.12 ^c	1.37±0.09 ^b

注:表中同一列中小写字母不同者表示具有显著差异($P<0.05$)。

Note: Values with different letter in the same columns are different from each other at the 0.05 level.

表3 实验(第1~8周)期间棘状黄姑鱼的增重和饲料系数

Tab.3 Weight gain and feed conversion ratio of *Nibea mitchthioides* during the whole experiment (weeks 1 to 8)

处理 Treatment	增重/(g·ind ⁻¹) Weight gain	饲料系数 Feeding conversion ratio
C	54.4±2.0 ^a	1.54±0.07 ^a
S1	50.8±3.4 ^{ab}	1.53±0.09 ^a
S2	41.8±2.6 ^{bc}	1.70±0.12 ^a
S3	35.2±3.9 ^c	1.97±0.18 ^b

注:表中同一列中小写字母不同者表示具有显著差异($P<0.05$)。

Note: Values with different letter in the same columns are different from each other at the 0.05 level.

2.2 停喂和恢复投喂后鱼的HSI和IPFR

从图2和图3可见,第4周结束时,所有被停喂

的鱼HSI和停喂2~3周鱼IPFR明显低于对照组($P<0.05$)。经过4周恢复投喂后,停喂2周鱼HSI和IPFR明显高于对照组($P<0.05$),停喂1周和3周鱼HSI和IPFR与对照组无显著差异($P>0.05$)。

2.3 停喂和恢复投喂后的鱼体组成

第4周结束时,所有被停喂的鱼躯干脂肪含量明显低于对照组($P<0.05$),而灰分含量高于后者($P<0.05$);停喂2~3周鱼躯干水分含量明显高于对照组($P<0.05$),而停喂1周鱼躯干水分含量与对照组无明显差异($P>0.05$);停喂鱼躯干蛋白质含量与对照组无显著差异($P>0.05$)。第8周结束时,停喂鱼躯干水分、脂肪和灰分含量与对照组无显著差异($P>0.05$),但停喂3周鱼躯干蛋白质含量仍低于对照组($P<0.05$,表4)。

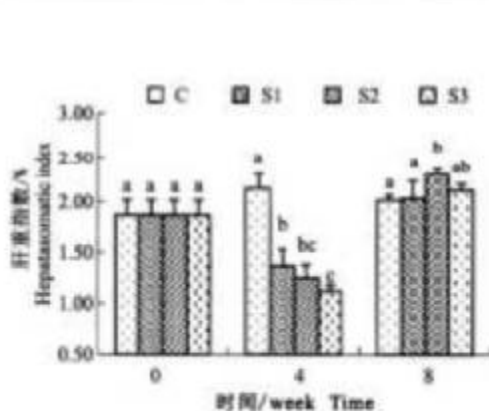


图2 实验期间鲢状黄姑鱼的肝重指数($\bar{X} \pm SE$)
C: 对照组; S1: 饥饿1周组; S2: 饥饿2周组; S3: 饥饿3周组;
图中不同的小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Fig.2 Hepatosomatic index of *Nibea miichthioides* during the experiment ($\bar{X} \pm SE$)

C: Control fish; S1: the fish deprived for 1 week; S2: Fish deprived for 2 weeks; S3: Fish deprived for 3 weeks; Values with different letter at the same time are different from each other at the 0.05 level.

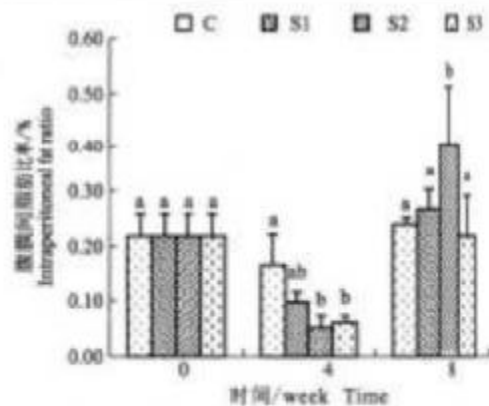


图3 实验期间鲢状黄姑鱼腹膜间脂肪比率($\bar{X} \pm SE$)
C: 对照组; S1: 饥饿1周组; S2: 饥饿2周组; S3: 饥饿3周组;
图中不同的小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Fig.3 Intraperitoneal fat ratio of *Nibea miichthioides* during the experiment ($\bar{X} \pm SE$)

C: Control fish; S1: Fish deprived for 1 week; S2: Fish deprived for 2 weeks; S3: Fish deprived for 3 weeks; Values with different letter at the same time are different from each other at the 0.05 level.

表4 实验期间鲢状黄姑鱼躯干的组成

Tab.4 Proximate composition in carcass of *Nibea miichthioides* during the experiment ($\bar{X} \pm SE$)

采样时间 Sampling time	处理 Treatment	水分/% Moisture	粗蛋白/% Crude protein	粗脂肪/% Crude lipid	灰分/% Ash
实验开始时 Start		68.8 ± 2.2	21.3 ± 1.4	3.6 ± 0.2	5.6 ± 0.5
第4周结束时 At the end of week 4	C	74.9 ± 0.4 ^a	17.2 ± 0.3	3.1 ± 0.3 ^a	4.3 ± 0.1 ^a
	S1	74.9 ± 0.4 ^a	17.5 ± 0.2	2.4 ± 0.1 ^b	4.7 ± 0.3 ^b
	S2	75.8 ± 0.4 ^b	16.8 ± 0.5	2.1 ± 0.2 ^c	4.8 ± 0.1 ^b
	S3	75.8 ± 0.1 ^b	16.6 ± 0.1	2.2 ± 0.3 ^c	5.0 ± 0.2 ^b
第8周结束时 At the end of week 8	C	75.0 ± 0.2	17.3 ± 0.1 ^{ac}	3.2 ± 0.3	4.2 ± 0.1
	S1	75.0 ± 0.3	17.4 ± 0.1 ^c	2.9 ± 0.3	4.4 ± 0.1
	S2	75.0 ± 0.5	17.0 ± 0.2 ^{ab}	3.4 ± 0.4	4.1 ± 0.2
	S3	75.5 ± 0.2	16.8 ± 0.3 ^b	3.3 ± 0.1	4.2 ± 0.1

注:表中同一列中小写字母不同者表示具有显著差异($P < 0.05$)。

Note: Values with different letter in the same column are different from each other at the 0.05 level.

3 讨论

鲢状黄姑鱼为肉食性鱼类,在野生环境条件下主要捕食小型鱼类和甲壳动物^[4]。本实验是在海上网箱内进行的,停喂期间不能完全排除存在被停喂的鱼摄食进入网箱内的天然饵料(如小杂鱼等)的可能性,但偶然进入实验网箱的天然饵料显然不能满足维持实验鱼正常生长的营养需要,第4周结束

时停喂1周鱼体质量和躯干脂肪含量均明显低于对照组证明了这一点。本实验中,尽管停喂1~3周鱼在恢复投喂期间SGR高于对照组,但恢复投喂4周后仅停喂1周鱼体质量与对照组无明显差异,而停喂2~3周鱼体质量仍明显低于对照组,表明养在网箱中的鲢状黄姑鱼停喂1周后恢复投喂表现出完全补偿,停喂2~3周后恢复投喂表现出部分补偿生长。这一结果与以往对海水养殖杂交罗非

鱼(*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*)补偿生长研究的结论一致^[2]。从整个8周的实验来看,停喂1周然后恢复投喂4周的鱼增重和FCR与对照组无显著差异,因此对于体质量为70~80g的鲢状黄姑鱼,采用停喂1周恢复投喂4周的投喂方法可在不明显改变鱼生长和饲料成本的前提下,降低网箱饲养管理方面的成本。

通常情况下鱼类补偿生长强度随饥饿时间延长而增加^[1]。部分研究表明,经过食物限制后鱼类补偿生长可持续约1~3周^[2,10-11]。Tian等^[3]发现饥饿的尖吻鲈(*Lates calcarifer*)恢复摄食后表现出间歇性的生长补偿,认为这是由于饥饿鱼过量摄食一段时间后食欲下降所致。从本实验结果中无法判断鲢状黄姑鱼的补偿生长持续的时间,但恢复投喂期间停喂鱼表现出SGR随前期停喂时间延长而增加的趋势,这符合以往关于鱼类补偿生长研究的结论^[1]。

关于鱼类在补偿生长阶段是否会改善对食物的利用效率至今存在不同的结论。经过禁食的杂交罗非鱼^[2]、尖吻鲈^[3]、斑点叉尾鲟(*Ictalurus punctatus*)^[12]、杂交太阳鱼(*Lepomis cyanellus* × *L. macrochirus*)^[13]和南方鲇(*Silurus meridionalis*)^[14]等在恢复摄食期间摄食量明显增加,但对食物的利用效率未出现明显变化;经过禁食的虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*)^[15]、大西洋鲑(*Gadus morhua*)^[16]和虹鳟(*Salmo gairdneri*)^[17]真鲈[*Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758)]^[10]等在恢复摄食期间除增加摄食量外,食物利用效率也得到明显改善。本实验中,停喂1~3周的鲢状黄姑鱼在恢复投喂期间FCR明显低于对照组,在一定程度上表明停喂鱼在补偿生长期间提高了对投入的饲料的利用效率。

停喂的鲢状黄姑鱼在恢复投喂期间FCR低的原因初步分析有两方面:(1)鲢状黄姑鱼摄食配合饲料时体内容易积累脂肪^[3],鱼体内脂肪积累达到一定程度后会导致鱼食欲下降^[18]。经过一段时间饥饿后鱼体内脂肪含量下降,食欲增加。即使在较高的投喂水平下,经过停喂的鱼对投入网箱内饲料的摄食比例仍然高于对照组。(2)经过停喂后鲢状黄姑鱼对摄入饲料中营养物质的转化效率增加。HSI和IPFR是衡量鱼体内脂肪积累的重要指标^[19],本实验中鲢状黄姑鱼经过停喂后HSI、IPFR以及鱼躯体脂肪含量明显下降,这在一定程度上支持了上述

推测之(1),即恢复投喂期间经过停喂的鱼对投入网箱内饲料摄食程度的增加是其提高对饲料利用效率的重要原因。关于推测之(2)还有待进一步的实验来检验。

本实验中对照组在第5~8周期间的SGR(0.39%/d)较第1~4周SGR(1.47%/d)出现较大幅度的下降,除了实验后期对照组鱼体内脂肪积累,食欲下降外,还与水温下降有关。研究表明恢复投喂期间水温下降可降低鱼类补偿生长实现的程度^[20]。因此有理由推测,假如不存在水温下降的影响,网箱养殖鲢状黄姑鱼经过停喂后的补偿生长程度应高于本研究报道的结果。

本实验结果显示:当使用配合饲料饲养鲢状黄姑鱼时,适度停喂后再恢复投喂会增强鱼的食欲,降低饲料系数而不会明显影响鱼的生长。因此,在鲢状黄姑鱼网箱养殖中,按一定规律采用停喂-恢复投喂的策略应成为有益的饲养管理措施。

参考文献:

- [1] 王岩, 崔正贺. 鱼类补偿生长研究中的几个问题[J]. 上海水产大学学报, 2003, 12(3): 260-264.
- [2] Wang Y, Cui Y, Yang Y, et al. Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*, reared in seawater [J]. *Aquaculture*, 2000, 189: 101-108.
- [3] Tian X L, Qin J G. A single phase of food deprivation provoked compensatory growth in barramundi *Lates calcarifer* [J]. *Aquaculture*, 2003, 224: 169-179.
- [4] 福建鱼类志编写组. 福建鱼类志, Part II [M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1985. 121-122.
- [5] 胡家财, 何尚贵. 鲢状黄姑鱼人工繁殖和海水池塘育苗的研究[J]. 集美大学学报, 1998, 3(4): 31-36.
- [6] 胡石柳. 鲢状黄姑鱼人工繁殖技术的研究[J]. 集美大学学报, 1999, 2(1): 33-40.
- [7] 张维芝, 郑斯电. 鲢状黄姑鱼早期发育阶段的摄食与生长特性[J]. 海洋与湖沼, 1999, 30(2): 117-126.
- [8] Wang Y, Guo J, Buresu D. Effects of dietary protein and energy levels on growth, feed utilization and body composition of cuneate drum, *Nibea mitchthuisoides* [J]. *Aquaculture*, 2006, 252: 421-428.
- [9] Wang Y, Guo J, Li K, Buresu D. Replacement of fish meal with rendered animal ingredients in diets for cuneate drum, *Nibea mitchthuisoides* [J]. *Aquaculture*, 2006, 252: 476-483.
- [10] Russell N R, Wootton R J. Appetite and growth compensation in the European minnow, *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae) following short periods of food restriction [J]. *Environ Biol Fish*, 1992, 34: 277-285.
- [11] Wisner W, Krauschmalz G, Ojwang Okwor J P. The energet-

- ics of starvation and growth after refeeding in juveniles of three cyprinid species [J]. *Environ Biol Fish*, 1992, 33:63-71.
- [12] Kim M K, Lovell R T. Effect of restricted feeding regimes on compensatory weight gain and body tissue changes in channel catfish *Ictalurus punctatus* in pond [J]. *Aquaculture*, 1995, 135: 285-293.
- [13] Hayward R S, Noltie D B, Wang N. Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates [J]. *Trans Am Fish Soc*, 1997, 126: 316-322.
- [14] 邓利, 张波, 谢小平. 南方鲇饿后的恢复生长[J]. *水生生物学报*, 1999, 23(2): 167-173.
- [15] Quinton J C, Blake R W. The effect of feed cycling and ration level on the compensatory growth response in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* [J]. *J Fish Biol*, 1990, 37: 33-41.
- [16] Jobling M, Melby O H, Dos Santos J, et al. The compensatory growth response of the Atlantic cod: Effects of nutritional history [J]. *Aquac Int*, 1994, 2:75-90.
- [17] Dobson S H, Holmes R M. Compensatory growth in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson [J]. *J Fish Biol*, 1984, 25: 649-656.
- [18] Jobling M, Miglevs I. The size of lipid depots—a factor contributing to the control of food intake in Arctic char, *Salvelinus alpinus* [J]. *J Fish Biol*, 1993, 43: 487-489.
- [19] Chellappa S, Huntingford F A, Strang R H C, et al. Condition factor and hepatosomatic index as estimates of energy status in male three-spined stickleback [J]. *J Fish Biol*, 1995, 47: 775-787.
- [20] Wang Y, Cui Y, Yang Y. Partial compensatory growth in hybrid tilapia (*Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus*) following food deprivation[J]. *J Appl Ichthy*, 2005, 21(5): 389-393.

Compensatory growth in *Nibea michthioides* reared in net pens, following feeding deprivation

KONG Ling-jun, WANG Yan, LI Cui, LI Kai, FANG Kun

(Laboratory of Aquatic Ecology and Fish Nutrition, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: An 8-week experiment was carried out in net pens to examine the capacity for compensatory growth of *Nibea michthioides*. Four feeding regimes were established. One group of fish fed a formulated diet in excess throughout the experiment served as the control, while the remaining three groups were deprived of feeding during week 4, weeks 3 to 4 and weeks 2 to 4, respectively, and then re-fed in excess during weeks 5 to 8. Initial body weight of the experimental fish was (73.8 ± 1.4) g. Feeding deprivation led to decrease in body weight and lipid content in carcass, and led to increase in contents of moisture and ash in carcass. At the end of week 4, the deprived fish showed lower body weight, hepatosomatic index (HSI) and lipid content in carcass, and higher carcass ash content than those of the control. Intrapertoneal fat ratio (IPFR) in the fish deprived for 2 and 3 weeks was lower than the control. During re-feeding, the deprived fish showed increased feed intake and specific growth rate (SGR), and decreased food conversion ratio (FCR), relative to the control. At the end of the experiment, there was no significant difference in body weight between the control and fish deprived for 1 week, while the fish deprived for 2 and 3 weeks failed to catch up in body weight with the control. There were no significant differences in HSI and contents of lipid, moisture and ash in carcass between the control and deprived fish. Results of the present experiment indicate the fish deprived 1 week exhibit a full growth compensation and the fish deprived 2 and 3 weeks partial growth compensation, and reveal cycling feeding deprivation and re-feeding is a useful tool for feeding management of cunete drum reared in net pens. [Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(4): 591-596]

Key words: *Nibea michthioides*; feeding deprivation; specific growth rate; feed conversion ratio; net pen culture